

## PAVIMENTOS URBANOS Y DOMÉSTICOS ANTIDESLIZANTES. SEGURIDAD DE LAS PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA

*Juan Vicente Durá Gil,  
Enrique Alcántara Alcover*  
Instituto de Biomecánica de Valencia

**LAS CAÍDAS PRODUCIDAS AL RESBALAR Y GOLPEARSE CONTRA EL** suelo o resaltes son la causa de un importante número de lesiones, especialmente en aquellos colectivos como las personas mayores y los discapacitados con movilidad reducida. El importante papel a jugar por los pavimentos en este aspecto

**Anti-slipping urban and domestic surfaces. Safety for persons with reduced mobility**

Falls produced by slipping and hitting the ground or ledges are the cause of an important number of injuries, especially in elderly people and disabled persons with reduced mobility. The important role surfaces should play in this aspect, contrasts with the lack of criteria and methodology followed for its correct selection. The Institute of Biomechanics of Valencia (IBV) is developing an investigation project, financed by the Institute of Migrations and Social Services (IMSERSO), which will enable to establish the reasonably demandable safety criteria for surfaces destined for urban or domestic use, determine the testing methods for its verification, as well as to build a new transportable testing machine.

contrasta con la falta de criterios y metodología seguida para su correcta selección. El Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) está desarrollando un proyecto de investigación, financiado por el Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO), que permitirá establecer los criterios de seguridad exigibles a los pavimentos destinados a uso urbano o doméstico y determinar los métodos de ensayo para su verificación, así como construir una nueva máquina de ensayos transportable.

### INTRODUCCIÓN

Los accidentes producidos por caídas al resbalar y golpearse contra el suelo o resaltes son la causa de un porcentaje importante de discapacidades por lesiones cerebrales o de la médula espinal. Este problema se agrava en algunos colectivos de población como las personas mayores y los discapacitados con posibles alteraciones del equilibrio que afectan a su movilidad. Algunos estudios muestran que entre el 30 y el 50% de las personas de más de 65 años sufren una o más caídas al año, tanto en el ámbito doméstico como en el urbano, con consecuencias graves que acaban reduciendo su calidad de vida de forma significativa. ➤

## 16 material deportivo

> La Ley 13/1982 de 7 de abril, de Integración social de los minusválidos, recoge una serie de medidas tendentes a facilitar la movilidad y accesibilidad de este colectivo. Las diferentes comunidades autónomas han aprobado normas urbanísticas y arquitectónicas básicas en desarrollo de esta Ley. Aun cuando en dichas normas, se hace referencia a que los pavimentos deben ser seguros, sin embargo y a pesar de la gravedad del problema, lo cierto es que esta afirmación resulta de difícil comprobación ya que hasta el momento:

→No existen criterios suficientes que permitan fijar el nivel de seguridad exigible a los pavimentos o suelos que, entre otros ámbitos, se utilizan habitualmente en el medio urbano o doméstico.

→No se dispone de procedimientos de ensayo para valorar la capacidad de fricción de un determinado pavimento.

Por estas razones, el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) está desarrollando un proyecto de investigación financiado por el IMSERSO –Instituto de Migraciones y Servicios Sociales- cuyo objetivo es, por una parte, establecer los criterios de seguridad y métodos de ensayo y, por otra, el desarrollo de una nueva máquina de ensayos que pueda utilizarse tanto en el laboratorio como ser transportada para verificar la seguridad de suelos ya instalados.

### ESTUDIO REALIZADO

Cabe destacar que el nivel de seguridad de un pavimento está determinado por su capacidad para evitar deslizamientos que provoquen caídas y, en caso de que la caída llegue a producirse, por sus propiedades de amortiguación que atenúen las consecuencias del impacto producido al caer.

La capacidad de evitar deslizamientos se mide mediante el coeficiente de fricción (CF) entre el calzado o pie y el pavimento. Para que la deambulación se realice de una forma confortable y sin riesgos de deslizamientos deben aparecer unas fuerzas horizontales (de rozamiento) mínimas entre el pie (o el calzado) y el suelo. A mayor coeficiente de fricción mayores fuerzas de rozamiento (Froz) que se oponen al deslizamiento. Coeficiente de fricción necesario es el que las personas utilizan para caminar de una forma segura y confortable. Éste depende mucho de la persona y de la forma de caminar. No obstante, los sujetos son capaces de variarlo adaptándose a las características de fricción del suelo sobre el que caminan. Así, por ejemplo, al caminar sobre una superficie muy deslizante se acorta la longitud de zancada y disminuye el coeficiente de fricción necesario (CFN) que se necesita para caminar.

Sin embargo, variaciones bruscas de la fricción del suelo pueden provocar caídas debido a la imposibilidad de

reaccionar con la rapidez necesaria para adaptarse. Este problema es mayor en personas con la movilidad reducida pues pueden tener menores posibilidades de adaptación y requerir mayores tiempos de reacción. Se dispone de muy poca información sobre el CFN que necesitan las personas con movilidad reducida, ya que los estudios sobre fricción que aparecen en la bibliografía se centran en los accidentes en el entorno laboral.

No hay que confundir el coeficiente de fricción necesario (CFN) con el coeficiente de fricción del suelo (CF) medido en máquina de ensayos, ya que en éstas se utiliza un material de referencia, una velocidad de ensayo y unas condiciones dadas. Con diferentes velocidades, materiales de referencia, presencia de contaminantes o fuerzas pueden obtenerse diferentes CF. Un suelo con CF alto en cualquier condición será capaz de proporcionar también un CFN alto, evitando que el sujeto tenga que utilizar una marcha poco confortable y, por tanto, evitará caídas por deslizamiento. El problema radica en obtener una medida de las propiedades de fricción del suelo y un método de ensayo que permitan predecir su adecuación a las necesidades de las personas.

El trabajo que está desarrollando el IBV consiste en determinar el CFN para distintos tipos de poblaciones con dificultades para caminar (amputados, hemipléjicos, personas mayores, etc.) caminando sobre un plano horizontal y en rampas con una pendiente del 6% y 12% (Figura 1). Cada sujeto caminó a tres velocidades diferentes: lenta, normal y rápida. El sujeto modula así libremente su velocidad (y cadencia) cubriendo su rango fisiológico (condicionado a su vez por la gravedad de la discapacidad). Para el estudio de la interacción del sujeto con el suelo, la pisada se ha dividido en dos fases temporales: la fase de aterrizaje o de contacto inicial con el suelo y la fase de despegue. En un patrón de marcha normal la fase de aterrizaje es el momento de mayor peligro, con mayor CFN, y coincide con el apoyo de talón. Otro momento peligroso es la fase de despegue con el apoyo de antepié y punta de los dedos. De forma que se ha analizado por separado el coeficiente de fricción de aterrizaje y el de despegue.

### RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO

Los resultados preliminares del proyecto muestran que los amputados son los que necesitan mayores coeficientes de fricción y que por ello pueden ser considerados como referencia para fijar criterios de seguridad. Dentro del proyecto se harán ensayos en máquina de pavimentos del mercado y sus propiedades se relacionarán con las prestaciones finalmente ofrecidas a los sujetos, tanto objetivas (coeficiente de fricción necesario) como subjetivas (opinión sobre la seguridad y confort) para generar los criterios de seguridad. En ese sentido, uno de los resultados más interesantes de este proyecto va a ser la



Figura 1. Ensayo en rampa.



Figura 2. Prototipo de máquina de fricción.

posibilidad de contar con una máquina de ensayos de fricción que podrá ser transportada para verificar, según los criterios establecidos en el proyecto, la seguridad de suelos ya instalados, tanto en plano horizontal como en rampas. El primer prototipo de esta máquina se encuentra ya en su fase de puesta a punto y podrá ser utilizada tanto para ensayos de pavimentos como para ensayos de calzado (Figura 2).

Además, en el caso de discapacitados que utilicen ayudas técnicas como muletas y andadores, además del CFN, el suelo debe proporcionar un CF suficiente para evitar caídas por deslizamientos de dichas ayudas técnicas. Por ello se está poniendo a punto un ensayo a partir de la selección de un material de referencia que simule el comportamiento de las conteras de muletas y andadores existentes en el mercado.

Así pues, como resultado del proyecto, es de esperar un cambio drástico y positivo en el panorama actual de la seguridad frente a caídas por resbalón de los pavimentos urbanos y domésticos. No en vano,

→Las administraciones públicas dispondrán de criterios y metodología para verificar la adecuación de accesos a edificios públicos. A este respecto no hay que olvidar la gran cantidad de reclamaciones que, por motivo de caídas, reciben ayuntamientos y otros organismos de la administración.

→Las empresas fabricantes de pavimentos, principalmente cerámicos, dispondrán de un ensayo capaz de verificar la seguridad del pavimento que fabrican o instalan. Así como metodología para el desarrollo de nuevos productos más seguros y confortables.

→Se dispondrá de una máquina transportable que permitirá verificar los pavimentos *in situ*.

**Agradecimientos:** El IBV quiere agradecer su colaboración a las empresas que han suministrado gratuitamente muestras de pavimentos existentes en el mercado: Metalúrgica SANTAGATESE; ROBEN-Tonfaustoffe; RINOL Española; SUGRAÑÉS; PORCELANATTO; PAMESA; KEOPS; TARKETT SOMMER; MONDO IBÉRICA.